

Test GSI année 2009-2010 partie solidification (H. Combeau)
1h Documents autorisés.

Pour toutes les questions qui suivent, on considère la solidification d'un alliage binaire.

1. Rappelez la condition pour que le front de solidification soit plan et donner la signification physique de cette condition.
2. Pour quelle raison, la plupart des procédés de solidification conduisent à des structures du type dendritique ?
3. En coulée continue (cf TD 1^{ère} séance), si l'on augmente l'épaisseur du produit, toute chose égale par ailleurs, comment va évoluer la profondeur du puits liquide, argumentez votre réponse ?
4. Pour quelle raison est-il possible dans les modèles de microségrégation des bras de levier et Gulliver-Scheil de négliger la diffusion du soluté dans la phase liquide dans la direction du gradient de température ?
5. Pour quelle raison est-il possible dans les modèles de microségrégation des bras de levier et Gulliver-Scheil de considérer la diffusion du soluté dans la phase liquide comme très rapide dans la direction orthogonale au gradient de température ?
6. Donner la définition du coefficient de partage et de la pente de liquidus.
7. Si l'on réalise une mesure de composition à l'échelle d'une dendrite, dans le cas où le coefficient de partage est plus petit que un, on trouvera la composition la plus faible au cœur de la dendrite où à sa périphérie ? Justifiez votre réponse.
gradient de composition
8. Entre une expérience de solidification réalisée sur terre et en micro-gravité, laquelle des deux conduira à votre avis à une macroségrégation plus sévère, argumentez votre réponse.
9. Donner un exemple d'alliage binaire pour lequel la masse volumique de la phase liquide diminue avec la température dans l'intervalle de solidification.

Solidification

Annales 2008-2009

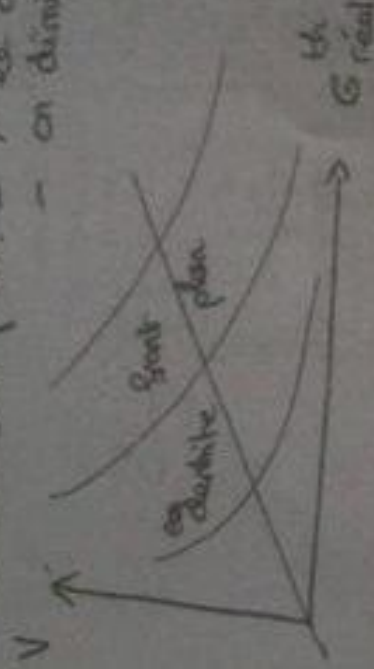
1. $G_{\text{réel}}^{th} > G_{\text{liquide}}^{th}$

2. -) Côté main = solide fixe

équivalente = grains de solides qui peuvent brayer.

Pour avoir un front plan, il faudrait maintenir le gradient de température donc chauffer en permanence, ce qui coûterait cher.

Conditions front plan: - ∇ le gradient réel \rightarrow plus faible
- on diminue la vitesse.



3. si on augmente G_{liquide}^{th} , il est plus difficile d'avoir la condition à la queue. donc cela se favorise ~~la~~ la croissance en front plan.

4. si on ∇ la vitesse du produit, la largeur a le temps de se solidifier donc la profondeur du puit?

5. $t_{\text{diff}} \gg t_{\text{solidif}} \rightarrow$ diffusion négligeable.

$$d = \sqrt{D \times t} > \frac{\lambda}{2}$$

\rightarrow diffusion a le temps de l'effusion

Bras de levier: diffusion parfaite dans liq et solide

Scheil: diffusion parfaite dans liq

négligeable dans solide

6. coef de partage $k = \frac{C_s}{C_L} < 1$

donc $C_s < C_L$ donc le liquide est + riche.

donc la compo + faible au cœur de la dendrite.

Pour toutes les questions qui suivent, on considère la solidification d'un alliage binaire.

1.

Rappelez la condition pour que le front de solidification soit plan.

2.

Pour quelle raison, la plupart des procédés de solidification conduisent à des structures du type dendritique ?

3.

Sachant que le brassage du liquide dans le puits liquide d'un produit à tendance à augmenter le gradient thermique dans la phase liquide à l'interface puits liquide/zone pâteuse ou puits liquide/phase solide. Le brassage du liquide a-t-il tendance à favoriser pour une vitesse de front donnée la croissance en front plan ? Justifiez votre réponse.

4.

En coulée continue (cf TD 1^{ère} séance), si l'on augmente la vitesse de tirage du produit, comment va évoluer la profondeur du puits liquide ? $T_{\text{crit}} \propto \frac{V_L}{G}$

5.

Donnez le critère qui permet de choisir entre les modèles de microségrégation des bras de levier et Gulliver-Scheil

6.

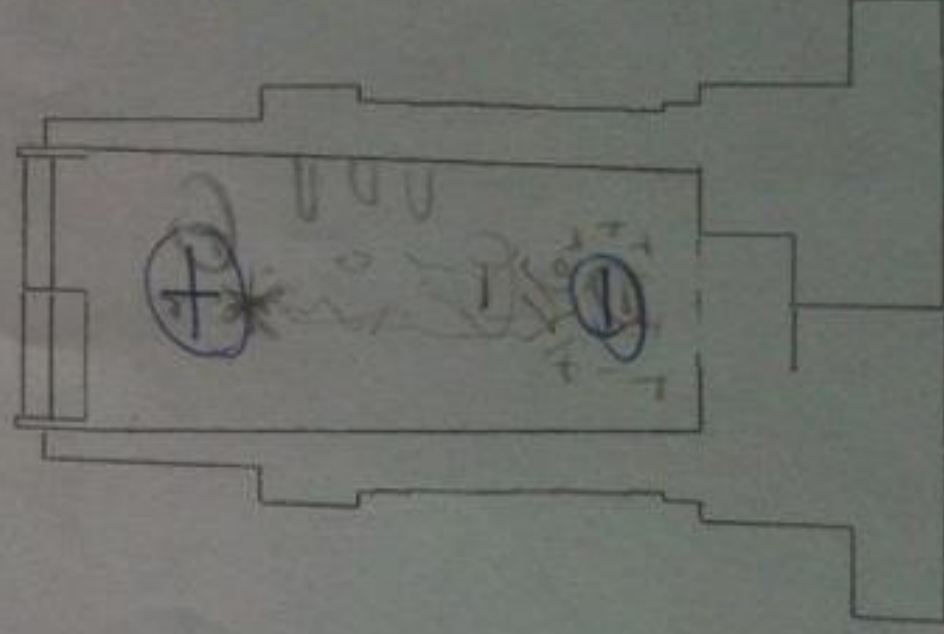
Si l'on réalise une mesure de composition à l'échelle d'une dendrite, dans le cas où le coefficient de partage est plus petit que un, on trouvera la composition la plus faible au cœur de la dendrite où à sa périphérie ? Justifiez votre réponse.

7.

Existe-t-il une différence entre un grain de solidification et une dendrite ? Si oui quelle est cette différence ?

8.

Dans le cas de la solidification de pièces massives en acier coulées en lingot, la sédimentation des grains équiaux dans la partie centrale du produit est un des phénomènes les plus importants à prendre en compte dans ce cas pour les macroségrégations. Sur le schéma fourni avec l'énoncé, représentez par le signe + les zones où la macroségrégation sera positive et par des - les zones négatives. Vous justifierez votre réponse.



Pour toutes les questions qui suivent, on considère la solidification d'un alliage binaire.

3 1. Rappelez la condition pour qu'un front de solidification soit plan et donner la signification physique de cette condition.

2. A vitesse de front et gradient de température égaux, si un alliage de composition C_0 se solidifie en front plan, un alliage de composition inférieure à C_0 se solidifiera-t-il nécessairement en front plan ? Argumentez votre réponse.

3 3. En coulée continue (cf TD 1^{ère} séance), si l'on augmente la vitesse du produit, toute chose égale par ailleurs, comment va évoluer la profondeur du puits liquide, argumentez votre réponse ?

4. Pour quelle raison est-il possible dans les modèles de microségrégation des bras de levier et Gulliver-Scheil de supposer que la diffusion du soluté dans la phase liquide dans la direction perpendiculaire au gradient de température est très rapide et donc que la concentration en soluté dans la phase liquide est uniforme ?

5. Donnez la définition d'une structure colonnaire et d'une structure équiaxe.

6. Si l'on réalise une mesure de composition à l'échelle d'une dendrite, dans le cas où le coefficient de partage est plus petit que un, on trouvera la composition la plus faible au cœur de la dendrite où à sa périphérie ? Justifiez votre réponse.

7. Entre une expérience de solidification réalisée sur terre et en micro-gravité, laquelle des deux conduira à votre avis à une macroségrégation plus sévère, argumentez votre réponse.

8. Donner un exemple d'alliage binaire pour lequel la masse volumique de la phase liquide diminue avec la température dans l'intervalle de solidification.

9. L'intensité de la microségrégation définie comme l'écart entre la composition maximale et la composition minimale à l'échelle d'une dendrite est-elle plus importante quand on augmente la composition en soluté de l'alliage (on supposera que le coefficient de partage est plus petit que un). Argumentez votre réponse.

10. Citer une application industrielle où le mode de solidification est en front plan et donner la raison de ce choix.

1. Condition pour avoir un front plan (voir cours 2008/2009 p. 2 et 3)

Gradient thermique
sol > Gradient thermique
liquides

$$G_{\text{sol}}^H > G_{\text{liquides}}^H$$

Si on est sûr à T_{eq} on n'a pas de phase potentielle
mais direction 311 on front plan

Choix de l'axe et de l'orientation facile. L'orientation du front plan
(à la graduation)

2. La plupart des matériaux et solides : ondules à des structures cristallines

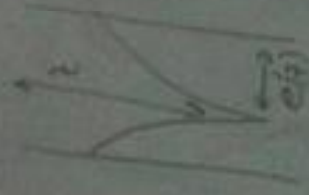
C'est difficile de contrôler le front et l'orientation.

Le gradient de T

Dans un matériau, l'alignement se fait à l'échelle \rightarrow pas de front plan

Il faut chauffer en continu, c'est cher

Si on veut comment évaluer la profondeur du puit liquide



$$C_{\text{profond}} = \sqrt{\frac{K_2}{\rho}}$$

z : profondeur du puit

V : vitesse d'évaluation

$$K = \frac{2 \lambda (T_c - T_0)}{C L}$$

Si on augmente ϵ , z augmente

(voir TD n° 1)